



Juni 2023

Anwendungs- und Nachhaltigkeitspotenzial von 5G in der digitalen Transformation

Ergebnisbericht einer Umfrage im 5G.NRW-Innovationsökosystem

Autor

Alexander Engel

Grafik und Layout

Thomas Schürmann



Kontakt



Competence Center 5G.NRW
Rainer-Gruenter-Straße 21
42119 Wuppertal

E-Mail: kontakt@5g.nrw
Telefon: +49 202 439 – 1026
Fax: +49 202 439 – 1037
<https://5g.nrw>

Gefördert durch

Ministerium für Wirtschaft,
Industrie, Klimaschutz und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
2. Ausgangslage und Methodik	5
3. Innovations- und Nachhaltigkeitspotenzial von 5G in der digitalen Transformation	8
4. Twin Transition? - Ein Blick in den Status quo	15
5. Fazit	19
6. Literatur	20

1. Einleitung

Mit den seit Jahren immer sichtbarer werdenden Folgen des menschengemachten Klimawandels haben Fragen des Klima- und Umweltschutzes eine neue Dimension der Dringlichkeit erreicht. Zunehmend verpflichten sich Unternehmen freiwillig oder unter dem Druck von Investor*innen, Regierungen und anderen Interessengruppen zu ehrgeizigen Umweltzielen.¹ Dabei wird insbesondere von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) wie 5G und damit assoziierten Anwendungstechnologien erwartet, einen bedeutenden Beitrag leisten zu können.²

IKT werden enormes Potenzial zugeschrieben, um beispielsweise Ressourcenverbrauch und Treibhausgasemissionen zu senken, Produktionsprozesse effizienter zu gestalten und durch neue Geschäftsmodelle den Weg für ein nachhaltigeres Wirtschaften zu ebnen. Allerdings stellt die Bewältigung der sogenannten Twin Transition, also das gemeinsame Vorantreiben der digitalen Transformation sowie der Nachhaltigkeitstransformation, keinen Selbstläufer dar. Die wesentliche Aufgabe besteht darin, einen Weg zu finden, die Potenziale digitaltechnischer Innovationen auch tatsächlich in eine an Nachhaltigkeitskriterien orientierte Umsetzung zu bringen.

Eine erfolgreiche Twin Transition maximiert die jeweiligen Vorteile von Digitalisierung und der Nachhaltigkeitstransformation. Dazu gilt es, die Handlungsfelder und Stellschrauben im Status quo zu identifizieren sowie auf Bedarfe und Herausforderungen unterschiedlichster Akteur*innen einzugehen. Um hierzu ein besseres Verständnis zu erlangen, hat das Competence Center 5G.NRW von Dezember 2022 bis Ende Januar 2023 eine Umfrage unter dem Titel „Anwendungs- und Nachhaltigkeitspotenziale von 5G“ durchgeführt. Insgesamt beteiligten sich 101 5G-Akteur*innen aus Forschung, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft.

Der vorliegende Ergebnisbericht zeigt, welche Potenziale der 5G-Technologie von den 5G-Akteur*innen identifiziert werden und wo ausgehend vom Status quo weitere Handlungsbedarfe bestehen. So kann der Bericht als Impulsgeber dienen, für weitere Diskussionen und Entscheidungsprozesse bei der Nutzung und Weiterentwicklung der 5G-Technologie im Kontext von Ressourcen- und Energieverbrauch sowie Klima- und Umweltschutz.

¹ George et al. (2021): S. 1000.

² vgl. exemplarisch die vielfach zitierte Potenzialanalyse GSMA (2019).

2. Ausgangslage und Methode

Ein kritischer Vergleich zwischen den vielfach verbreiteten Potenzialanalysen digitaler Technologien, Erfolgsberichten großer Tech-Unternehmen, aber auch nationalen wie internationalen politischen Positionspapieren mit der derzeitigen Nutzung digitaler Technologien verdeutlicht, dass nicht nur die Digitalisierung sondern auch die damit verknüpften Nachhaltigkeitsbemühungen weit hinter die Versprechungen zurückfallen: Insbesondere in Deutschland lässt sich eine hohe Diskrepanz zwischen dem erwarteten Potenzial und der tatsächlichen Umsetzung erkennen – dies begründet sich sowohl durch eine vergleichsweise geringe Verbreitung digitaler Technologien als auch durch eine weiterhin vorherrschende niedrige Bereitschaft, diese im Sinne der Nachhaltigkeit zu nutzen.^{3 4}

Die Twin Transition, so lässt sich darauf aufbauend formulieren, bildet zunehmend ein politisch-normatives Leitbild gesellschaftlicher Entwicklung⁵, stellt jedoch weiterhin für den Großteil der Unternehmen eine große praktische Herausforderung dar. Wie Studien zeigen, begründen sich die praktischen Herausforderungen, digitale Technologien in Unternehmen im Sinne der Nachhaltigkeit einzusetzen, wesentlich auf einer mangelnden finanziellen Unterstützung, dem erwarteten administrativen Aufwand, einer geringen Erwartung an ökonomische Erfolgsaussichten sowie einem Mangel notwendiger Kompetenz, eine solche Transformation im eigenen Unternehmen gestalten zu können.⁶ Hinzu kommt, dass wesentliche Herausforderungen dieses Implementationsprozesses in der noch zu beantwortenden Frage bestehen, wie sich die Potenziale der digitalen Transformation überhaupt nutzen lassen und zugleich mögliche Risiken für das Thema Nachhaltigkeit vermieden werden können.

Mit der 5G-Technologie wurden und werden im Kontext der digitalen Transformation hohe Innovations- und Nachhaltigkeitspotenziale verknüpft. 5G gilt als Enabling-Technologie, von der sich insbesondere durch die Eigenschaften der Ultra-Reliable Low Latency (URLLC) sowie der Massive Machine Type Communication (mMTC), ein positiver Effekt auf Ressourcenverbrauch und CO₂-Ausstoß in nahezu allen Branchen und Bereichen in Wirtschaft und Gesellschaft erhofft wird.⁷ Von den durch 5G ermöglichten IoT-, KI-, Robotik- und Cloud-Lösungen wird vor allem eine verbesserte Energieeffizienz und somit ein wesentlicher Enabling-Effekt in verschiedensten Branchen erwartet – von der Industrieproduktion, über Transport und Logistik

³ Vgl. Schmidt (2023): S. 9 f.

⁴ Vgl. hierzu auch den Digital Economy and Society Index (DESI) der Europäischen Kommission. So rangiert Deutschland beispielsweise bei der Integration von digitalen Technologien in Unternehmen und im E-Commerce im unteren Mittelfeld des Ländervergleiches (DESI 2022: S. 49).

⁵ Bspw. unterzeichneten bereits im Jahr 2021 26 EU-Mitgliedsstaaten sowie Norwegen und Island eine gemeinsame Erklärung, um den Einsatz digitaler Technologien zum Nutzen der Umwelt zu beschleunigen (vgl. Europäische Kommission, 2021). Auf nationaler Ebene ist exemplarisch der Aktionsplan „Natürlich. Digital. Nachhaltig.“ zu nennen (vgl. BMBF, 2020).

⁶ Vgl. Schmidt (2023): S. 10.

⁷ Vgl. GSMA (2019): S. 9.

bis hin zur Landwirtschaft und dem Gesundheitswesen.⁸ Anders als es in zahlreichen Potenzialanalysen von Netzausrüstern und Netzbetreibern häufig erscheint, werden von dem Einsatz der 5G-Technik und den damit assoziierten digitalen Innovationen jedoch nicht nur positive Effekte erwartet. So verweisen Studien nicht nur auf einen möglicherweise höheren Energiebedarf der 5G-Technik im operativen Einsatz, sondern auch auf den im Zuge der digitalen Transformation rapide ansteigenden Datenverkehr, den für die Herstellung neuer Technologien notwendigen Ressourcenverbrauch sowie mögliche indirekte Nutzungseffekte durch das Erschließen neuer Anwendungsbereiche und damit einhergehender Änderungen in Verbrauchs- und Produktionsmustern – sogenannte Rebound-Effekte.⁹

Enabling- und Rebound-Effekt



Als Enablement-Effekt oder Enabling-Effekt wird der positive Einfluss von IKT auf die Steigerung der Effizienz, Produktivität und Innovation in verschiedenen Bereichen des menschlichen Lebens bezeichnet – beispielsweise in der Industrieproduktion, in der Landwirtschaft, im Gesundheitswesen oder der Bildung. Demgegenüber steht der Rebound-Effekt. Dieser bezieht sich auf das Phänomen, dass eine verbesserte Effizienz oder Ressourceneinsparung durch bedingte Verhaltensänderungen zu einem erhöhten Gesamtverbrauch führen können. Unterschieden werden der indirekte und der direkte Rebound-Effekt. Ein direkter Effekt liegt vor, wenn Einsparungen durch Effizienzsteigerungen zu einer erhöhten Nutzung der betreffenden Ressource führen, d.h., die Ressource wird häufiger genutzt als zuvor. Der indirekte Rebound-Effekt tritt auf, wenn Einsparungen an einer Ressource dazu führen, dass durch die Einsparungen andere Ressourcen häufiger oder verstärkt genutzt werden.

Mit der Energiekrise im Jahr 2022 hat das Thema Energieverbrauch noch einmal enorm an Bedeutung gewonnen.¹⁰ Insbesondere Netzausrüster haben darauf reagiert und die bereits seit einigen Jahren bestehenden Bemühungen, die 5G- bzw. Telekommunikationsinfrastruktur möglichst energieeffizient zu gestalten, in den Fokus gerückt.¹¹ Effizienzsteigerungen an dieser Stelle sind angesichts des prognostizierten Datenvolumens der nächsten Jahre unabdingbar,

⁸ Vgl. Gabriel et al. (2020): S. 20

⁹ vgl. Williams et al. (2022): 1; Kroll 2020: 12 f.

¹⁰ Zwar hat sich die Lage in Deutschland im ersten Quartal 2023 mit langsam sinkenden Energiepreisen, staatlicher Unterstützung und verschiedenen jeweilig unternehmensinternen Kompensationsstrategien etwas beruhigt, jedoch bildet das Thema Energiekosten weiterhin einen wesentlichen Unsicherheits- und Kostenfaktor insbesondere für energieintensive Industrien (vgl. hierzu Schwartz & Grewenig 2023).

¹¹ Vgl. hierzu die in der Branche viel beachtete Publikationsreihe „Breaking the energy curve“ des Netzausrüsters Ericsson (Ericsson 2022).

allerdings stellt die Telekommunikationsinfrastruktur nur einen Teil des IKT-Ökosystems dar.¹² Entscheidend ist darüber hinaus die Art und Weise der Implementation der mit der fünften Mobilfunkgeneration verknüpften Anwendungstechnologien und Innovationen. Hierin liegt die wesentlichste Herausforderung: Es gilt, Enabling-Effekte zu maximieren und zugleich Rebound-Effekte zu minimieren.

Basierend auf dieser Ausgangslage hat das Competence Center 5G.NRW von Dezember 2022 bis Ende Januar 2023 eine Umfrage unter 5G-Akteur*innen durchgeführt. Das Ziel der Umfrage war es, Handlungsbedarfe und Stellschrauben einer erfolgreichen Twin Transition zu identifizieren. Gemäß der hier in aller Kürze skizzierten Ausgangslage lag ein Fokus darauf zu erkennen, in welchen Branchen bzw. Verticals die 5G-Akteur*innen nach nun mehrjähriger Beschäftigung mit 5G und damit assoziierten Anwendungstechnologien besondere Innovations- und Nachhaltigkeitspotenziale erwarten (Kapitel 3). Ein weiterer Themenblock beinhaltet Energieverbrauchsmessungen von IKT-Infrastruktur sowie Anwendungen und Fragen zu Digitalisierungs- und Nachhaltigkeitsstrategien in den jeweiligen Institutionen der Teilnehmer*innen (Kapitel 4).

Die Datenerhebung wurde in Form einer Online-Umfrage durchgeführt, die über den Projekt-eigenen 5G.NRW-Newsletter, der vor allem 5G-Akteur*innen und -interessierte in Nordrhein-Westfalen, aber auch im weiteren deutschsprachigen Raum erreicht, sowie via LinkedIn dem weiteren 5G-Innovationsökosystem zur Verfügung gestellt. Die Umfrage wurde nach dem Prinzip der Datensparsamkeit durchgeführt. Zudem lagen keine Informationen zur Grundgesamtheit vor. Die Ergebnisse erheben somit keinen Anspruch auf Repräsentativität, sondern sind einzig als Stimmungsbild und weitere Forschungs- bzw. Diskussionsgrundlage im 5G-Innovationsökosystem zu verstehen.

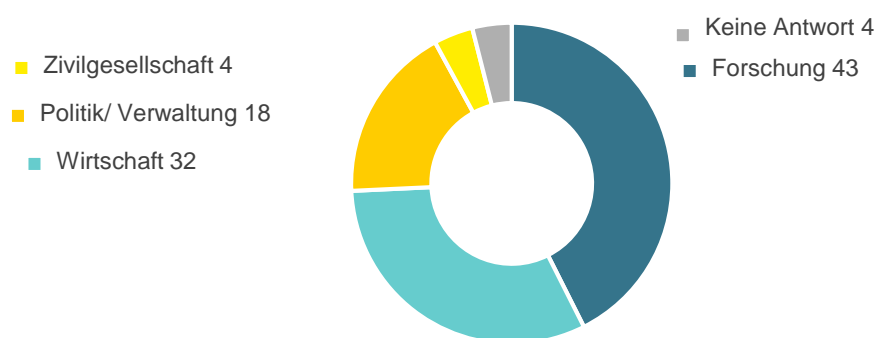


Abb. 1: Institutioneller Hintergrund der Teilnehmenden, eigene Darstellung

¹² Das mobile Datenvolumen verzeichnet weiterhin einen steilen Anstieg. Im Jahr 2021 lag das jährliche Datenvolumen in Deutschland noch bei 5.547 Mio GB, während es sich 2022 auf 6.714 Mio GB steigerte. Dies entspricht einer Zuwachsrate von 23 Prozent. (vgl. BNetzA 2023: 23).

In der finalen Auswertung wurden die Antworten von 101 Teilnehmer*innen berücksichtigt. Mit 43 Personen ordnet sich ein Großteil der Teilnehmenden dem Bereich Forschung zu. Die zweitgrößte Gruppe bilden Wirtschaftsakteur*innen, gefolgt von Akteur*innen aus Politik/ Verwaltung und der Zivilgesellschaft (vgl. Abb. 1). Zur besseren Einschätzung der Ergebnisse wurden die Teilnehmenden zusätzlich nach ihrem Tätigkeitsfeld im 5G-Ökosystem befragt. Hier bilden mit 33 Angaben Intermediäre die größte Gruppe, gefolgt von Anwendern mit 20 Angaben, IT mit 19 und TK mit 11 Angaben.¹³ In kombinierter Betrachtung bilden Teilnehmende, die sich dem Bereich Forschung zuordnen und ihr Tätigkeitsfeld im 5G-Ökosystem als Intermediäre charakterisieren, die größte Gruppe (16).

3. Innovations- und Nachhaltigkeitspotenzial von 5G in der digitalen Transformation



Insgesamt bewerten die Teilnehmenden Digitalisierung bzw. die digitale Transformation als überwiegend positiv für das Thema Nachhaltigkeit. So stimmten 80 Prozent der Befragten der Aussage eher oder voll und ganz zu, die digitale Transformation sei eine Chance für mehr Nachhaltigkeit in Unternehmen.¹⁴

¹³ Gefragt wurde: „Mit welcher Kategorie würden Sie Ihr Tätigkeitsfeld im 5G-Ökosystem beschreiben?“ *Anwender*: In diese Kategorie fallen Endanwender, wie etwa Produktionsunternehmen, die 5G und mit 5G assoziierte digitale Technologien in einem bestehenden Unternehmen umsetzen oder umsetzen möchten. *TK*: Telekommunikations-Kernbranche. Anbieter und Servicedienstleister von Hard- und Software der TK-Infrastruktur sowie Betreiber. *IT*: Entwickler, Anbieter und Servicedienstleister von digitaltechnischer Hard- und Software. *Intermediäre*: Vermittelnde Akteure, wie etwa Beratungsunternehmen, Innovationsnetzwerke usw. Des Weiteren stand die Kategorie *Sonstige* zur Auswahl.

¹⁴ Gefragt wurde „Inwieweit stimmen sie folgenden Aussagen zu“; Likert-Skala mit fünf Stufen. Bei der Fragestellung zu Chance und Risiko der Digitalisierung für das Thema Nachhaltigkeit handelt es sich um eine branchentypische Frage.

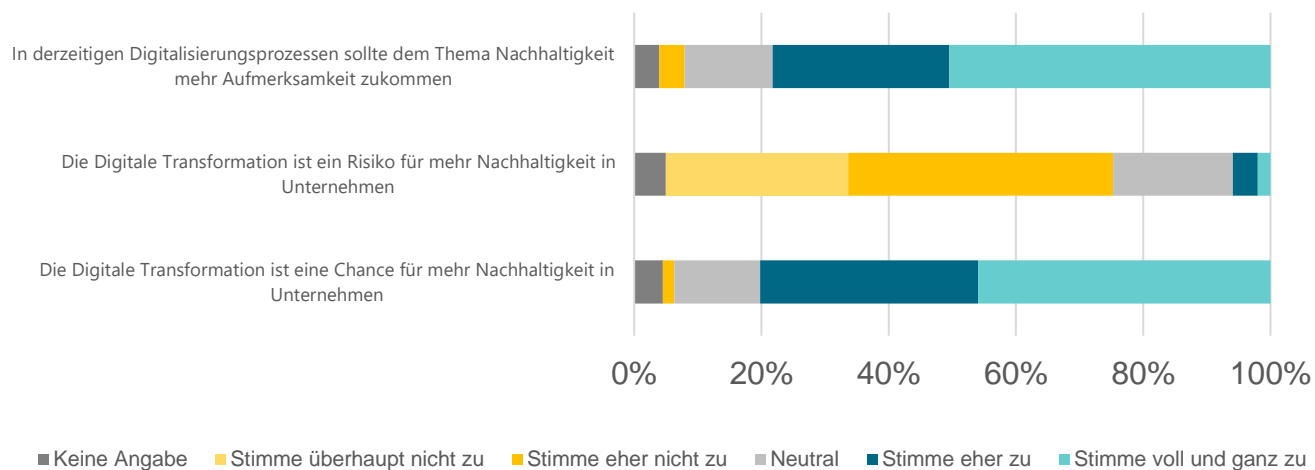


Abb. 2: „Inwieweit stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?“, eigene Darstellung.

Damit liegt dieser Wert weit über typischen Ergebnissen in anderen Erhebungen: Der nachhaltig.digital Monitor beispielsweise verzeichnet bei dieser Aussage in der letzten Befragung von Unternehmen aus dem Jahr 2021 einen Zustimmungswert von lediglich 53 Prozent.¹⁵

Zugleich stimmen 78,2 Prozent der Befragten der 5G.NRW-Umfrage der Aussage eher oder voll und ganz zu, dass in derzeitigen Digitalisierungsprozessen dem Thema Nachhaltigkeit mehr Aufmerksamkeit zukommen sollte (vgl. Abb. 2). Während also bei den Teilnehmenden der vorliegenden Umfrage eine durchaus als optimistisch zu bezeichnende Perspektive auf die Nachhaltigkeitspotenziale der digitalen Transformation vorliegt – wobei nahelegt, dass dies mitunter durch die gewählte Zielgruppe der 5G-Akteur*innen im Vergleich zu einer generellen Unternehmensbefragung begründet ist –, zeigt sich zugleich ein ausgeprägtes Bewusstsein dafür, dass es sich hierbei nicht um einen sich selbst einstellenden Effekt der Digitalisierung handelt. Vielmehr bedarf es, so lässt sich die hohe Zustimmung dieser Aussage deuten, einer erhöhten Aufmerksamkeit und einer aktiven Gestaltung, die Vorteile der digitalen Transformation auch für das Thema Nachhaltigkeit umzusetzen. So verweisen gegenwärtige Studien auf den weiterhin ökonomisch motivierten Einsatz digitaler Technologien in Unternehmen, indem positive Effekte auf Ressourcen- und Energieverbrauch, wenn überhaupt, als Nebeneffekte betrachtet werden.¹⁶

Im Gegensatz dazu sehen lediglich 5,9 Prozent der Befragten in der digitalen Transformation ein Risiko für mehr Nachhaltigkeit in Unternehmen; 70 Prozent stimmen der Aussage sogar eher nicht bzw. überhaupt nicht zu (vgl. Abb. 2). Dabei ist davon auszugehen, dass der mit der digitalen Transformation verbundene tiefgreifende Umbruch in Wirtschaft und Gesellschaft auch wesentliche Risiken für die ökologische, wirtschaftliche und soziale Nachhaltigkeit birgt –

¹⁵ Quaing & Fink (2022): S. 32.

¹⁶ Vgl. Schmidt (2023): S. 8

beispielsweise durch einen in Summe steigenden Ressourcenverbrauch, eine fundamentale Veränderung der Rolle der Erwerbsarbeit und damit einhergehender Risiken der sozialen Teilhabe und Kohäsion oder ethische Risiken etwa durch den Einsatz von Technologien Künstlicher Intelligenz in Entscheidungs- und Selektionsprozessen.¹⁷ Die deutliche Unterschätzung möglicher Risiken durch den Einsatz digitaler Technologien deckt sich mit Ergebnissen vergleichbarer Erhebungen: So stimmten im bereits angeführten nachhaltig.digital Monitor 2021 9 Prozent der Befragten der Aussage zu, die digitale Transformation sei ein Risiko für die unternehmerische Nachhaltigkeit.¹⁸ Eine mögliche Begründung für das als vergleichsweise gering einzuschätzende Risikobewusstsein der Akteur*innen könnte in einem weit verbreiteten „technokratischen Lösungsoptimismus“ liegen, der, so suggeriert es der Vergleich beider Ergebnisse, in eher technizugewandten Akteursgruppen, wie der hier erreichten Zielgruppe, noch deutlicher ausgeprägt ist.¹⁹



Erwartungen an 5G sind hoch. **Über alle abgefragten Anwendungsbereiche hinweg sehen die Teilnehmenden ein hohes Innovations- und Nachhaltigkeitspotenzial im Einsatz von 5G-Technik.**

Hinsichtlich der 5G-Technik zeigt sich ein ähnlich optimistisches Bild wie bei der allgemeinen Einschätzung der digitalen Transformation bzw. Digitalisierung. Kongruent zur einer in der Telekommunikationsbranche weit verbreiteten Einstellung wird auch von den Teilnehmenden der 5G.NRW-Umfrage erwartet, dass 5G-Technik einen wichtigen Beitrag zur Realisierung von Innovations- aber auch Nachhaltigkeitspotenzialen in verschiedensten gesellschaftlichen Teilbereichen und Branchen leisten kann. Dies gilt insbesondere für die im Kontext von 5G primär genannten Anwendungsbereiche Transport und Logistik, sowie Smart Factory. Insgesamt wurden in der Befragung sechs 5G-Anwendungsbereiche berücksichtigt. Das sind neben den beiden bereits genannten: Automotive, Landwirtschaft, Energie und öffentliche Versorgung sowie das Gesundheitswesen.²⁰

¹⁷ Vgl. Renn et al. (2020): S. 2 ff.

¹⁸ Vgl. Quaing & Fink (2022): S. 32.

¹⁹ Kropp & Sonnberger (2021): S. 12.

²⁰ Die Vorauswahl der 5G-Anwendungsbereiche basiert auf Potenzialanalysen, die die Einführung der 5G-Technologie begleiteten (vgl. Daly et al. 2020) sowie die branchenrelevante Einteilung von Verticals nach dem 5G

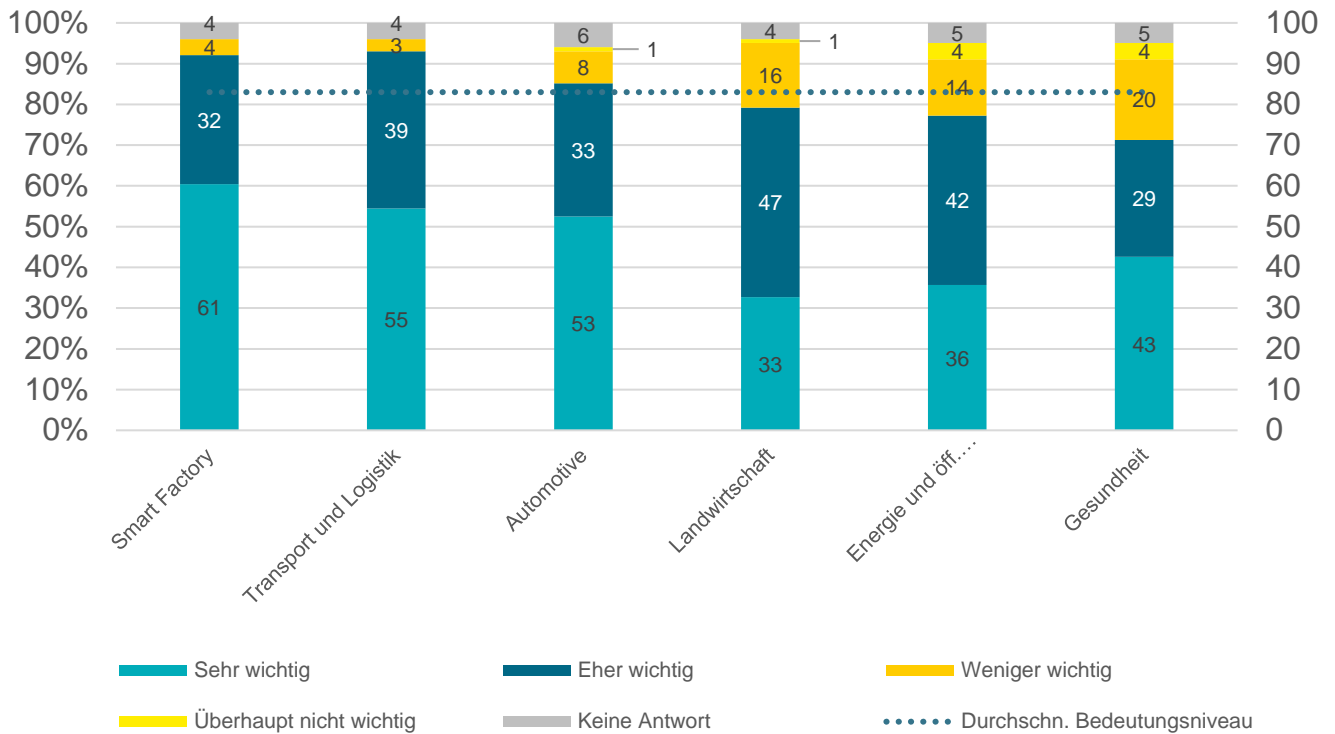


Abb. 3: Einschätzung des Innovationspotenzials durch 5G-Technik in verschiedenen Anwendungsbereichen, eigene Darstellung.

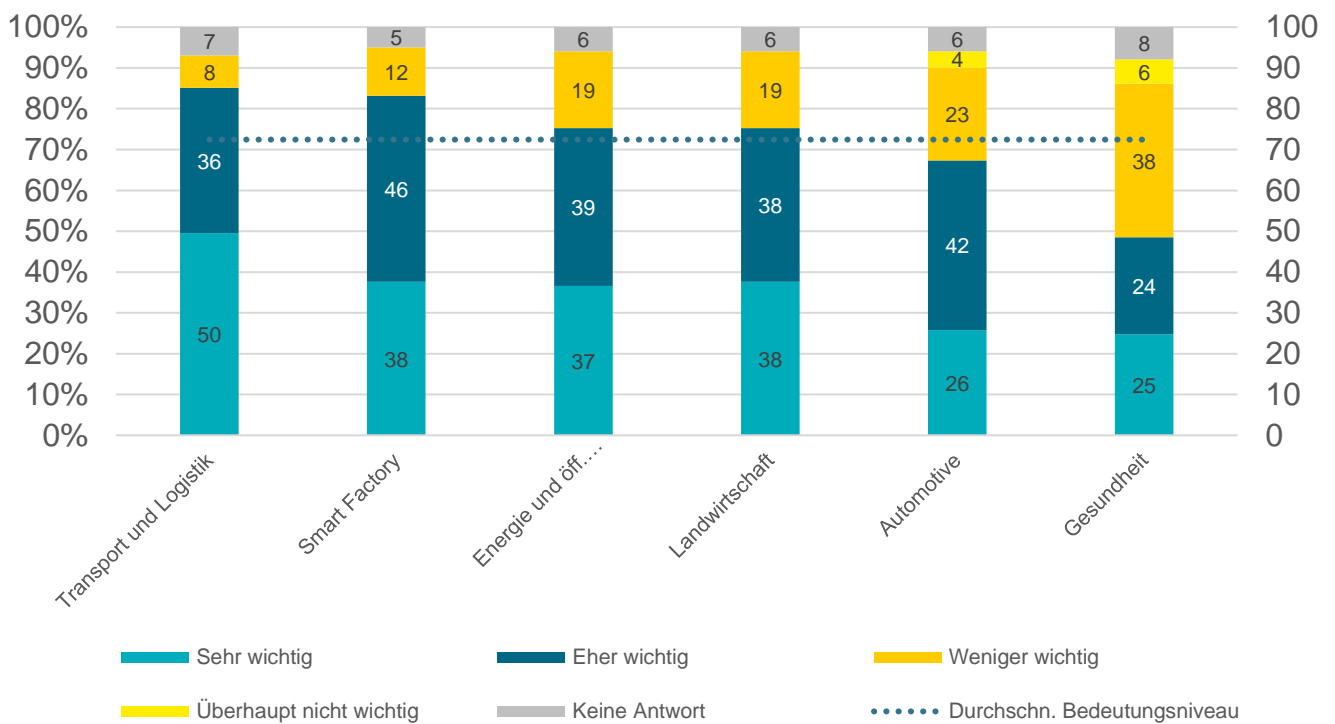


Abb. 4: Einschätzung des Nachhaltigkeitspotenzials durch 5G-Technik in verschiedenen Anwendungsbereichen, eigene Darstellung.

PPP-Stakeholder Glossary (vgl. Magen et al. 2020). Die Auswahl wurde getroffen, um ein möglichst breites Abbild der 5G-Anwendungsbereiche nach räumlicher Situierung (Urban und rural) sowie nach dahinterliegender Triebkraft (primär ökonomisch/ nicht ökonomisch) zu zeichnen.

Die Abbildungen 3 und 4 zeigen die Einschätzung der Befragten zur Bedeutung der 5G-Technik für die Realisierung von Innovations- respektive Nachhaltigkeitspotenzialen in verschiedenen Anwendungsbereichen.²¹ Zudem wird das durchschnittliche Bedeutungsniveau dargestellt. Das Bedeutungsniveau als deskriptiv-analytische Hilfskonstruktion wird definiert als jeweiliger Anteil der Angaben „Sehr wichtig“ und „Eher wichtig“ an allen Antworten innerhalb eines Anwendungsbereiches, um somit einen Vergleichswert zu schaffen. Dementsprechend ist das durchschnittliche Bedeutungsniveau der Durchschnitt der jeweiligen anwendungsbereichsbezogenen Bedeutungsniveaus und gibt Auskunft über die von den Befragten eingeschätzte Bedeutung der 5G-Technik zur Realisierung von Innovations- respektive Nachhaltigkeitspotenzialen über verschiedene Anwendungsbereiche hinweg. Zudem lässt diese Hilfskonstruktion anhand der Abweichung der jeweiligen Bedeutungsniveaus vom Mittelwert eine vergleichende Deutung der Einschätzungen der Befragten hinsichtlich der jeweiligen Bedeutung der 5G-Technik zur Realisierung von Potenzialen in verschiedenen Anwendungsbereichen zumindest annäherungsweise zu.²²

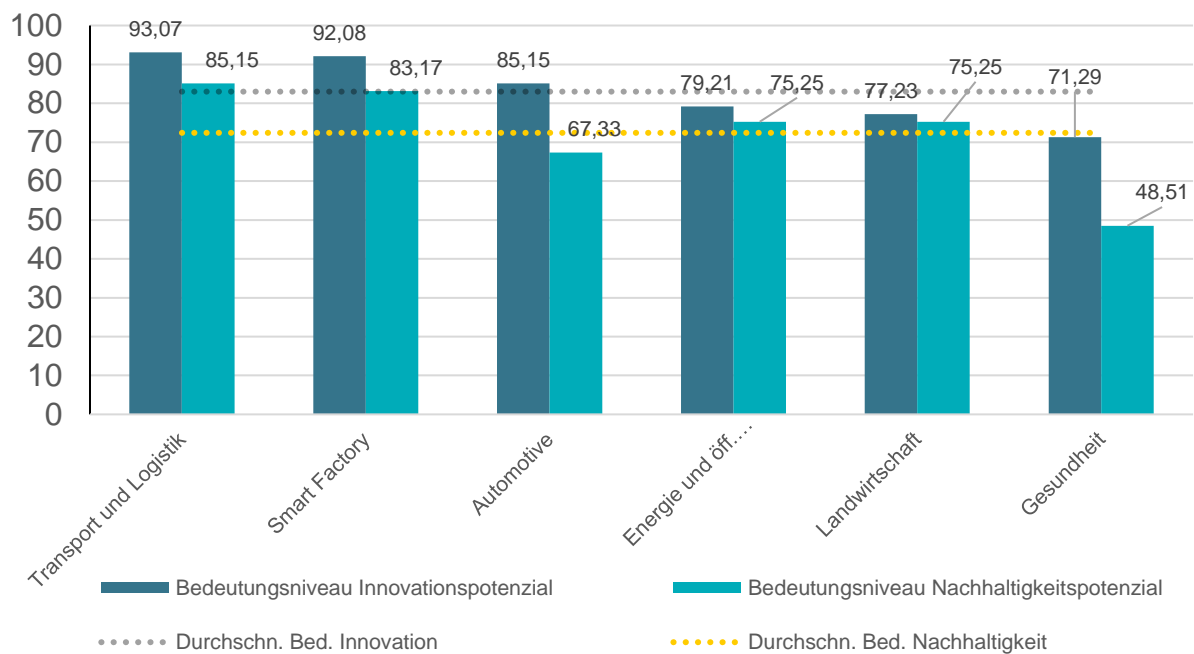


Abb. 5: Einschätzung des Innovations- und Nachhaltigkeitspotenzials durch 5G Technik in verschiedenen Anwendungsbereichen im Vergleich. Angaben in Prozent, eigene Darstellung.

²¹ Gefragt wurde: „Ein Grund für die Einführung der 5G-Technik liegt in der Erwartung, dass sie zahllose neue Anwendungsmöglichkeiten bietet. Wie wichtig schätzen Sie den Einsatz von 5G-Technik zur Realisierung von Innovationspotenzialen in den nachfolgenden Anwendungsbereichen ein?“ Sowie: „Wie wichtig schätzen Sie den Beitrag ein, den 5G-Technik zum Thema Nachhaltigkeit in den nachfolgenden Anwendungsbereichen leisten kann?“

²² Aufgrund der in Kapitel 2 formulierten Einschränkungen der Befragung wurde auf Prüfungen statistischer Signifikanz verzichtet. Die Ergebnisse dienen demnach lediglich als Anhaltspunkte für weitere Fragestellungen, Diskussionsgrundlage und weiterführende Forschungsarbeiten und sind mit dieser Einschränkung zu betrachten.

Abbildung 5 zeigt einen direkten Vergleich der jeweiligen Bedeutungsniveaus, d.h. des relativen Anteils der Angaben „Sehr wichtig“ und „Eher Wichtig“ an der Gesamtheit der gemachten Angaben innerhalb eines Anwendungsbereiches, jeweils für die Einschätzung des Innovationspotenzials und des Nachhaltigkeitspotenzials. Wie auch bei der Digitalisierung im Allgemeinen zeigt sich unter den Befragten eine überwiegend positive Einstellung gegenüber der 5G-Technik. Dies gilt sowohl für die Bedeutung der 5G-Technik zur Realisierung von Innovationspotenzialen als auch für die Einschätzung des Beitrages, den 5G-Technik zum Thema Nachhaltigkeit leisten kann. Insbesondere bei den Innovationspotenzialen lassen sich die Erwartungen anhand des durchschnittlichen Bedeutungsniveau von 83 Prozent als sehr hoch charakterisieren (vgl. Abb. 3). Mit einem durchschnittlichen Bedeutungsniveau von 72,4 Prozent bei den Nachhaltigkeitspotenzialen zeigt sich zwar ebenfalls eine hohe Erwartungshaltung an die Technologie, jedoch sind die Befragten dabei vergleichsweise weniger optimistisch (vgl. Abb. 4).

Die Verteilung der jeweiligen Bedeutungszuschreibungen über die sechs Anwendungsbereiche zeichnet kein gänzlich homogenes Bild. So zeigt sich zwar in nahezu allen Anwendungsbereichen ein hohes Bedeutungsniveau, jedoch werden zumindest graduelle Unterschiede deutlich. So wird eine hohe Bedeutung des Einsatzes von 5G-Technik zur Realisierung von Innovationspotenzialen insbesondere in den Anwendungsbereichen Transport und Logistik (93,7 %) sowie Smart Factory (92,08 %) gesehen (vgl. Abb. 5). Auch der Automotive-Bereich liegt mit 85,15 Prozent über dem durchschnittlichen Bedeutungsniveau, während die Anwendungsbereiche Energie und öffentliche Versorgung (79,15 %), Landwirtschaft (77,28 %) und Gesundheit (71,29 %) darunter liegen. Hinsichtlich der Einschätzung des Nachhaltigkeitspotenzials zeigt sich ein ähnliches Bild: Vor allem in den Anwendungsbereichen Smart Factory (83,17 Prozent), und Transport und Logistik (85,15 %) wird erwartet, dass der Einsatz von 5G-Technik einen Beitrag zum Thema Nachhaltigkeit leisten kann, gefolgt von den Bereichen Energie und öffentliche Versorgung (79,21 %) und Landwirtschaft (75,25 %). Ein wesentlicher Unterschied zum Innovationspotenzial lässt sich im Automotive-Bereich erkennen. Mit 67,33 Prozent sind die Befragten hier weniger optimistisch, dass die Technologie neben dem Freisetzen von Innovationspotenzialen auch einen Beitrag für das Thema Nachhaltigkeit leisten kann.

Einen bemerkenswerten Ausreißer bildet in beiden Fällen der 5G-Anwendungsbereich Gesundheit. So schätzen 71,29 Prozent der Befragten den Einsatz von 5G-Technik zur Realisierung von Innovationspotenzialen im Bereich Gesundheit als „Sehr wichtig“ oder „Eher wichtig“ ein. Dabei handelt es sich, für sich alleinstehend betrachtet, um einen durchaus hohen Zustimmungswert. Allerdings ist deutlich erkennbar, dass der Einsatz von 5G-Technik von den Befragten hier als weniger relevant betrachtet wird als in den anderen Bereichen. Bei der Einschätzung, den 5G-Technik für das Thema Nachhaltigkeit leisten kann, zeigt sich dieser Unterschied noch deutlicher: Lediglich 48,41 Prozent der Befragten schätzen den Beitrag, den 5G-Technik leisten kann als „Sehr wichtig“ oder „Eher wichtig“ ein. Basierend auf den verfügbaren Daten wäre ein Deutungs- bzw. Begründungsversuch rein spekulativ. Festzuhalten bleibt jedoch, dass es sich hierbei um eine bemerkenswerte Diskrepanz zwischen der Einschätzung der Befragten und der in

den vergangenen Jahren vielfach postulierten Innovationsmöglichkeiten durch 5G im Gesundheitswesen handelt.²³

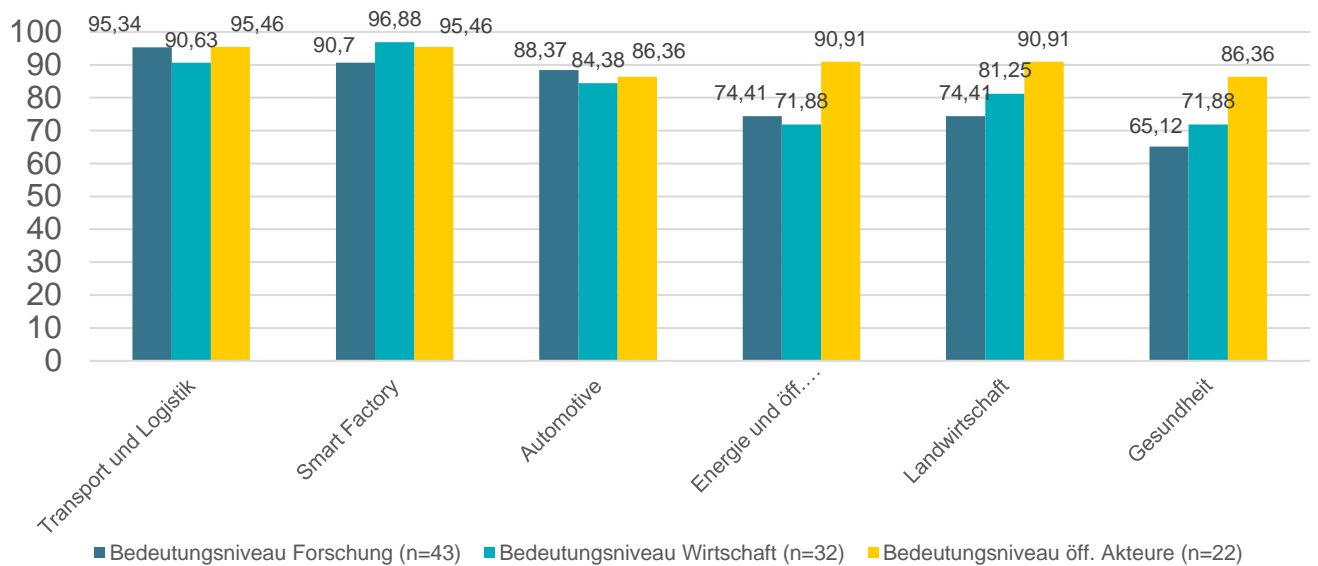


Abb. 6: Einschätzung des Innovationspotenzials durch 5G-Technik in verschiedenen Anwendungsbereichen nach institutionellem Hintergrund der Befragten. Angaben in Prozent, eigene Darstellung.

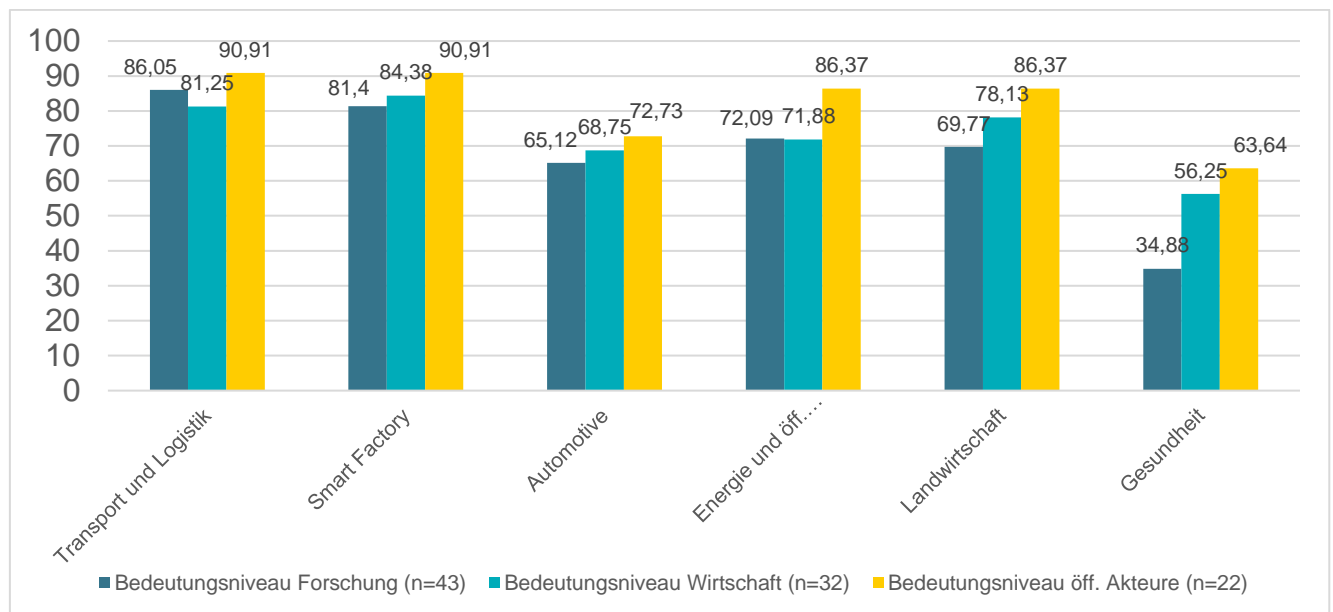


Abb. 7: Einschätzung des Nachhaltigkeitspotenzials durch 5G-Technik in verschiedenen Anwendungsbereichen nach institutionellem Hintergrund der Befragten. Angaben in Prozent, eigene Darstellung.

²³ Im Kontext gegenwärtiger Visionen und Debatten zu 6G gilt das Gesundheitswesen erneut als zentrales Innovationsfeld. Bemerkenswert ist, dass sich die Zukunftsvisionen und technologischen Innovationspotenziale weitestgehend mit denen decken, die bereits im Rahmen der 5G-Technologie formuliert wurden; siehe hierzu exemplarisch Nayak & Patgiri (2021).

Die Abbildungen 6 und 7 zeigen die Einschätzung des Innovations- respektive Nachhaltigkeitspotenzials durch 5G-Technik aufgeschlüsselt nach institutionellem Hintergrund der Befragten. Zur besseren Vergleichbarkeit sind die Befragten, die ihren institutionellen Hintergrund als Politik/ Verwaltung bzw. Zivilgesellschaft angegeben haben, in der Gruppe „öffentliche Akteure“ zusammengefasst. Wie auch in den Darstellungen zuvor wird zum Zweck der Vergleichbarkeit das jeweilige Bedeutungsniveau abgebildet, d.h. der relative Anteil der Angaben „Sehr wichtig“ und „Eher Wichtig“ an der Gesamtheit der gemachten Angaben innerhalb eines Anwendungsbereiches.

Bemerkenswerterweise sind es die öffentlichen Akteure, die der 5G-Technik im Vergleich zu den Akteursgruppen aus Forschung und Wirtschaft eine höhere Bedeutung für die Realisierung sowohl von Innovations- als auch Nachhaltigkeitspotenzialen beimisst, wobei dies beim Nachhaltigkeitspotenzial, wie in Abb. 7 erkennbar, besonders deutlich ausfällt. Verallgemeinert ausgedrückt, zeigen sich die Forschungsakteur*innen sowohl beim Innovations- wie auch Nachhaltigkeitspotenzial weniger optimistisch, während Wirtschaftsakteur*innen eine Mittelstellung im Vergleich der Akteursgruppen einnehmen.²⁴ Während sich sowohl beim Innovations- (Abb. 6) als auch Nachhaltigkeitspotenzial (Abb. 7) ein weitestgehend homogenes Antwortverhalten abbildet – in den Bereichen Transport und Logistik, Smart Factory sowie Automotive liegen die Unterschiede zwischen den Bedeutungsniveaus in einem Rahmen von maximal 10 Prozentpunkten – zeigen sich Abweichungen im Antwortverhalten nach institutionellem Hintergrund vor allem in der Einschätzung der Anwendungsbereiche Energie und öffentliche Versorgung, Landwirtschaft und Gesundheit. Insbesondere im Anwendungsbereich Gesundheit gehen die Meinungen der Befragten in Relation zu den anderen Bereichen weiter auseinander – dies gilt erneut sowohl für das Innovationspotenzial (Differenz von 21,24 Prozentpunkten der maximalen und minimalen Ausprägung) als auch für das Nachhaltigkeitspotenzial (Differenz von 28,76 Prozentpunkten).

4. Twin Transition? – Ein Blick in den Status quo

Während die Erwartungen an die digitale Transformation sowie die 5G-Technologie unter den Befragten hoch sind, unterstreicht der nachfolgende Blick in den aktuellen Status quo die eingangs formulierte Diskrepanz zwischen erwartetem Nachhaltigkeitspotenzial und dem gegenwärtigen Implementationsfortschritt. Dabei werden wesentliche Stellschrauben identifiziert, die dabei unterstützen, theoretische Potenziale digitaltechnischer Innovationen auch tatsächlich in eine an Nachhaltigkeitskriterien orientierte Umsetzung zu bringen.

²⁴ Wobei erneut darauf hingewiesen werden muss, dass über alle Akteursgruppen hinweg und in nahezu allen Anwendungsbereichen der 5G-Technologie eine hohe Bedeutung zugerechnet wird.

Angesichts der wesentlichen Herausforderung Enabling-Effekte zu maximieren und Rebound-Effekte zu minimieren, drängt sich gegenwärtig zunehmend die Frage auf, wie sich der Einfluss von Digitalisierungsprozessen auf die Zielmarke einer nachhaltigen Entwicklung angeben lässt – und dies möglichst systematisch und standardisiert über einzelne Use-Cases hinweg.²⁵ Neben dem generellen Ressourcenverbrauch bildet auch hier das Thema Energie einen zentralen Ankerpunkt. Eine Grundvoraussetzung, um den Einfluss digitaler Technologien auf die Netto-Energiebilanz abbilden zu können, bilden die Messung und Messbarkeit des Energieverbrauchs. Unter Nachhaltigkeitsaspekten betrachtet, reicht es dabei nicht aus, lediglich den operativen Energieverbrauch innerhalb eines Unternehmens zu berücksichtigen. Vielmehr besteht die wesentliche Herausforderung darin, dass von einer umweltseitigen Betrachtungsperspektive aus gesehen auch die Ressourcenaufwendung bspw. vom Transport hergestellter oder benötigter Güter bis hin zum externalisierten Ressourcenverbrauch berücksichtigt werden müssen.

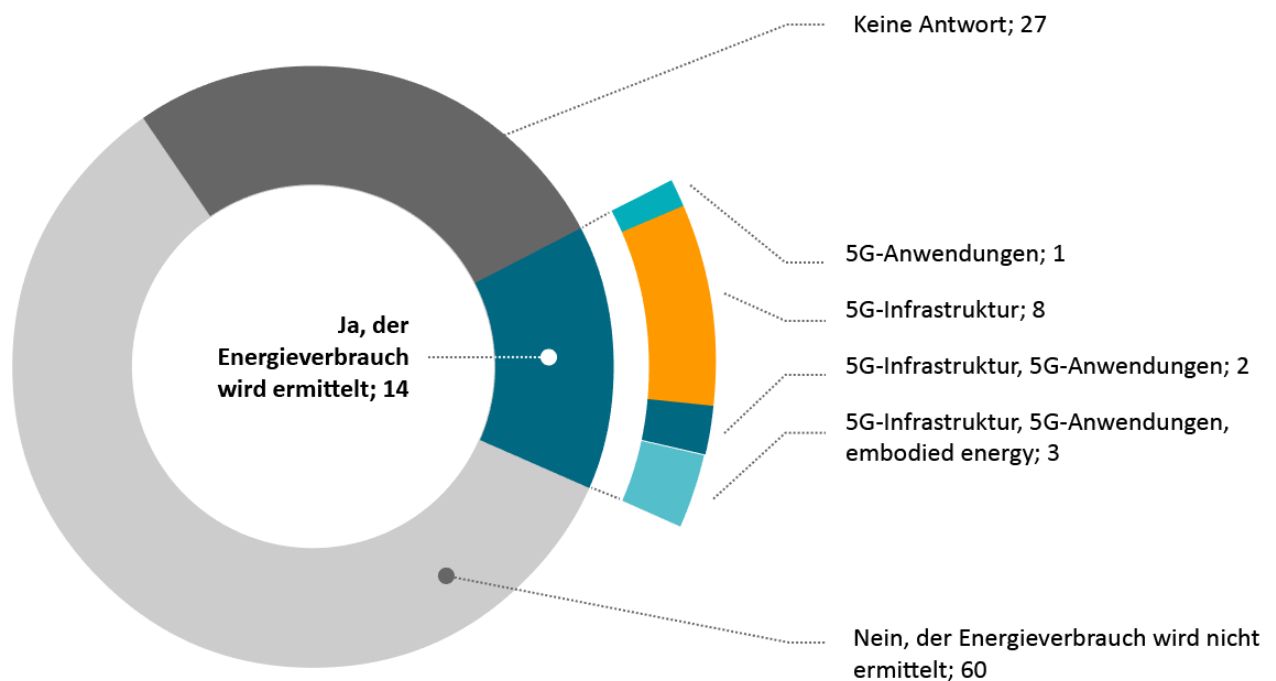


Abb. 8: Angaben zur Energieverbrauchsmessung der eingesetzten oder projizierten 5G-Technik.

Abbildung 8 zeigt den aktuellen Status quo bzgl. Energieverbrauch und -messung bei den befragten 5G-Akteur*innen.²⁶ Um herauszufinden, ob das Thema Energie bzw. Energieverbrauch

²⁵ Vgl. Gupta & Rhyner (2022)

²⁶ Gefragt wurde: „Große Herausforderungen, die im Kontext von 5G oft genannt werden, sind die Themen Energieeffizienz und Energieverbrauch. So gehen Studien davon aus, dass die Effizienzgewinne durch 5G und 5G-Anwendungen zu einem Mehrverbrauch an anderer Stelle führen könnten („Rebound-Effekte“). Zudem gibt es keine einheitlichen Verfahren, die neben dem Energieverbrauch im laufenden Betrieb, auch den Energieverbrauch berücksichtigen, der etwa bei der Herstellung von 5G-Komponenten oder der Erneuerung einer bestehenden Konnektivitätsinfrastruktur entsteht („embodied energy“). Wird in Ihrer Institution der Energieverbrauch einer eingesetzten oder projizierten 5G-Technik ermittelt?“

und -messung im Kontext von 5G bereits eine Rolle bei den Teilnehmenden spielt, wurde gefragt, ob der Energieverbrauch einer eingesetzten oder projektierten 5G-Technik ermittelt wird. Damit wurde berücksichtigt, dass nicht alle der Teilnehmenden bereits 5G-Technik und damit assoziierte Anwendungstechnologien einsetzen. Um ein möglichst detailliertes Bild zu erhalten wurde bei der Ermittlung des Energieverbrauchs zusätzlich zwischen dem Verbrauch der 5G-Anwendungen, der 5G-Infrastruktur sowie der sogenannten „Embodied Energy“ unterschieden.

Embodied Energy



Der Begriff Embodied Energy, oder dt. verkörperte Energie, beschreibt im weitesten Sinne die Gesamtmenge an Energie, die während des gesamten Lebenszyklus eines Produktes, Gerätes oder einer Dienstleistung aufgewendet wird. D.h., berücksichtigt wird neben dem Energieverbrauch in der Nutzung auch die Energie, die für die Gewinnung, Verarbeitung, Herstellung, den Transport und die Entsorgung der jeweiligen Komponenten aufgebracht werden muss.



81,1 %

der Befragten geben an, den Energieverbrauch der eingesetzten oder projektierten 5G-Technik nicht zu ermitteln.

Insgesamt zeigt sich ein eindeutiges Bild: 60 Befragte geben an, den Energieverbrauch der eingesetzten oder projektierten 5G-Technik nicht zu ermitteln. Wird die hohe Anzahl an Befragten herausgerechnet, die keine Angabe machten, entspricht das einem Anteil von 81,1 Prozent. Demgegenüber stehen 14 Befragte, die angeben, der Energieverbrauch werde bereits ermittelt. Mit acht Angaben wird überwiegend der Energieverbrauch der eingesetzten 5G-Infrastruktur erfasst, gefolgt von drei Personen, die angeben, den Verbrauch der 5G-Infrastruktur, der 5G-Anwendungen sowie die Embodied Energy zu ermitteln, sowie zwei Personen bei der 5G-Infrastruktur und den Anwendungen sowie eine Person die angibt, lediglich den Verbrauch der Anwendungen zu erfassen. Angesichts der Tatsache, dass die gegenwärtige Transformationsforschung aber auch die politische und regulatorische Debatte um etwaige Grenzziehungen und Zuschreibungen des jeweiligen Ressourcenverbrauchs noch am Anfang steht, erscheint es besonders bemerkenswert, dass die Embodied Energy bei einigen der Befragten überhaupt berücksichtigt wird. Allerdings ist fraglich – die verfügbaren Daten lassen an dieser

Stelle keine Verifizierung zu –, ob bei den entsprechenden Befragten tatsächlich die Gesamtmenge an Energie in die Betrachtung einfließt, die während des gesamten Lebenszyklus sowohl der einzelnen Komponenten der Konnektivitätsinfrastruktur, wie auch der Anwendungen aufgewendet wird.

Insgesamt und aus der Perspektive einer erfolgreichen Twin Transition betrachtet, lässt sich das aus den Ergebnissen abgeleitete Bild als noch nicht hinreichend charakterisieren. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass von einer flächendeckenden Anwendung von 5G und damit assoziierten Anwendungen bei weitem nicht die Rede sein kann. Das Gros der Akteur*innen im 5G-Innovationsökosystem befindet sich weiterhin in einer Pionierrolle an der Schwelle zwischen Forschung und Praxis. Obwohl das Thema Energie- bzw. allgemeiner ausgedrückt, des Ressourcenverbrauchs angesichts der klimabezogenen Herausforderungen bereits frühzeitig mitgedacht werden muss, wird das Thema Energieverbrauchsermittlung vor allem im Kontext Endanwendung bedeutsam.

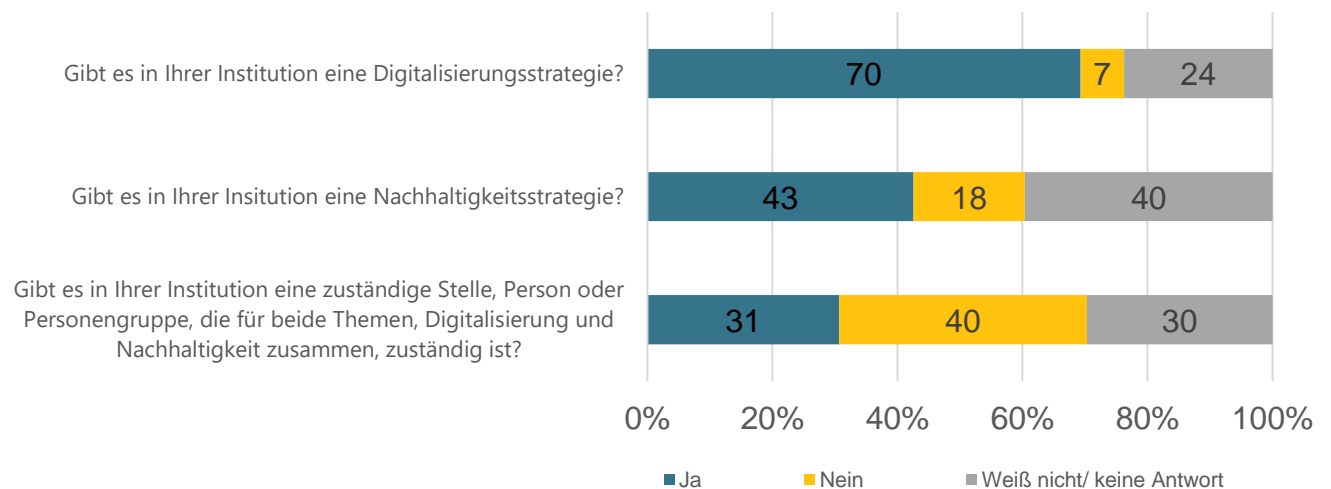


Abb. 9: Digitalisierungs- und Nachhaltigkeitsstrategien in den Institutionen der Befragten; eigene Darstellung.

Um ein detaillierteres Bild des gegenwärtigen Status quo der Twin Transition zu erhalten, wurden zusätzlich Daten zur digitalisierungsstrategischen Ausrichtung der jeweiligen Institutionen der Befragten erhoben. Als Indikator für eine an den Kriterien der Twin Transition ausgerichtete Strategie wurde das Vorhandensein einer Person oder Personengruppe herangezogen, die für beide Themen, Digitalisierung und Nachhaltigkeit zusammen, zuständig ist. Wie Abbildung 9 zeigt, ist das Zusammendenken der beiden Transformationen mehrheitlich noch nicht institutionell verankert: Bei insgesamt 31 Befragten gibt es eine solche Person, Personengruppe oder Stelle; herausgerechnet derjenigen, die hierzu keine Angabe gemacht haben, entspricht dies einem Anteil von 43,67 Prozent. Die Gegenüberstellung zu den Angaben der Digitalisierungs- sowie Nachhaltigkeitsstrategie legt darüber hinaus den Schluss nahe, dass die wesentliche Herausforderung in den Institutionen derzeit in der Digitalisierung gesehen wird. So gibt es bei 90,1 Prozent der Befragten, die eine Angabe gemacht haben, eine Digitalisierungsstrategie in der eigenen Institution. Bei nur 70,49 Prozent gibt es auch eine Nachhaltigkeitsstrategie. Zu beachten ist allerdings die vergleichsweise hohe Anzahl an Personen, die keine Angabe gemacht haben und an dieser Stelle herausgerechnet wurden.

5. Fazit

Wie bereits eingangs formuliert deuten die vorliegenden Ergebnisse darauf hin, dass die Differenz zwischen dem Nachhaltigkeitspotenzial der digitalen Transformation und ihrer an Nachhaltigkeitskriterien orientierten Umsetzung eine Brücke darstellt, die es noch zu konstruieren gilt. Gestützt auf weitere Forschungsergebnisse kommt auch die vorliegende Arbeit zu dem Ergebnis, dass beide Transformationen nach wie vor überwiegend getrennt voneinander betrachtet werden. Insbesondere hinsichtlich der vielversprochenen Potenziale der 5G-Technologie zeigt sich, dass die Kehrseite der zunehmenden Digitalisierung, das Risiko eines steigenden Ressourcen- bzw. Energieverbrauchs auf der Anwendungsebene, zum gegenwärtigen Zeitpunkt der Entwicklung keine große Rolle zu spielen scheint.

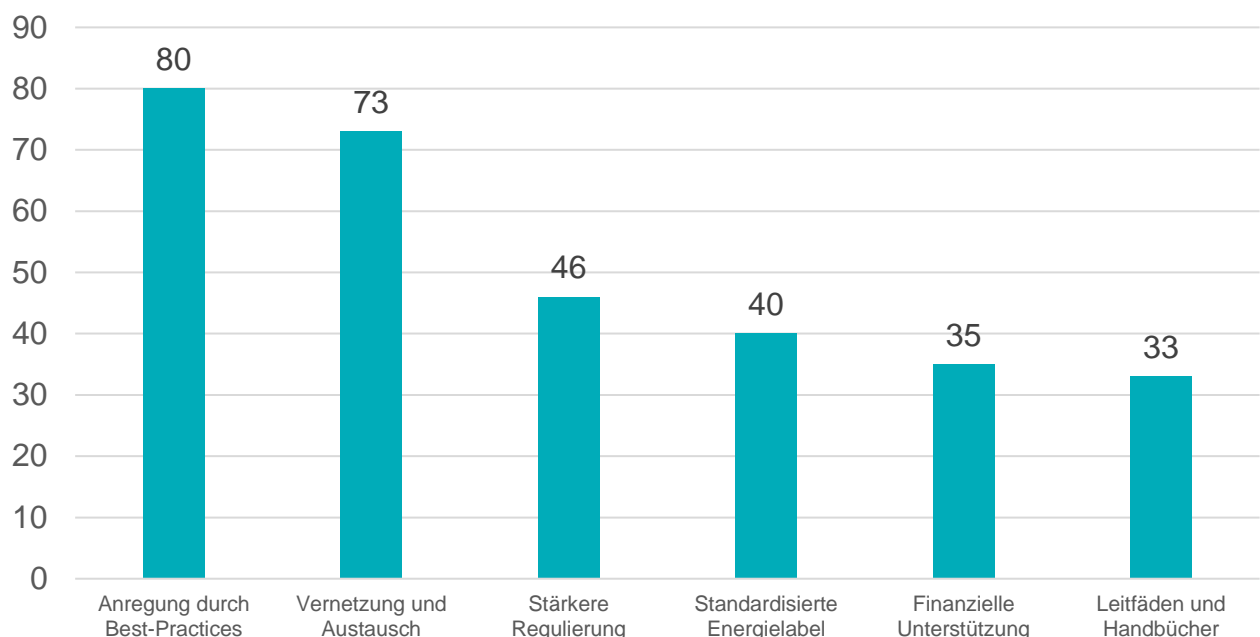


Abb. 10: Maßnahmen zur Unterstützung von Unternehmen, um Digitalisierungsprozesse für eine nachhaltiger Wirtschaftsweise zu nutzen, eigene Darstellung.

Abbildung 10 gibt Auskunft über die Priorisierung der Maßnahmen unter den Befragten, um Unternehmen dabei zu unterstützen, Digitalisierungsprozesse für eine nachhaltigere Wirtschaftsweise zu nutzen. Die Ergebnisse sind deutlich: Es bedarf vor allem an Anregung durch Best-Practices sowie Vernetzung und Austausch. Erst darauf folgen regulatorische Maßnahmen, standardisierte Label sowie finanzielle Unterstützungsleistungen. Dass angesichts der vielfach formulierten Nachhaltigkeitspotenziale digitaler Technologien weiterhin Best-Practices von 79,2 Prozent der Befragten als zentrale Unterstützungsleistung betrachtet werden, verweist erneut auf die bestehende Diskrepanz zwischen Potenzial und Umsetzung. Die wesentliche Herausforderung für das 5G-Innovationsökosystem besteht demnach darin, die zahlreichen Forschungs- und Praxisprojekte der vergangenen Jahre, vor allem hinsichtlich ihres Nachhaltigkeitspotenzials kritisch zu hinterfragen und zu evaluieren. Es gilt die Frage zu stellen: Wo sind denn nun die „Killer-Use-Cases“?

Literatur

- BMBF (2020): *Natürlich. Digital. Nachhaltig. Ein Aktionsplan des BMBF*. Bundesministerium für Bildung und Forschung, Referat Grundsatzfragen, Digitalisierung und Transfer (Hg.), Bonn. https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/umwelt-und-klima/digitalisierung-und-nachhaltigkeit/digitalisierung-und-nachhaltigkeit_node.html.
- BNetzA (2023): *Jahresbericht Telekommunikation 2022*. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahn (Hg.), Bonn. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2023/JB_TK_2022.pdf?blob=publication-File&v=3.
- Daly, A.; Nickerson, C.; Stewart, J. (2020): 5G action plan review for Europe. Report for Ericsson and Qualcomm. Analysys Mason (Hg.), London.
- Ericsson (2022): *On the road to breaking the energy curve. A key building block for a Net Zero Future*. <https://www.ericsson.com/4aa14d/assets/local/about-ericsson/sustainability-and-corporate-responsibility/documents/2022/breaking-the-energy-curve-report.pdf>
- Europäische Kommission (2021): *EU countries commit to leading the green digital transformation*. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/eu-countries-commit-leading-green-digital-transformation>
- Gabriel, C.; Hansang, A.; Chern, A. (2020): *Green 5G. Building a Sustainable World*. Huawei Technologies Co. (Hg.), Shenzhen. https://www-file.huawei.com/-/media/corp2020/pdf/public-policy/green_5g_building_a_sustainable_world_v1.pdf?la=en.
- George, G.; Merrill, R.K.; Schillebeeckx, S.J. (2021) Digital sustainability and entrepreneurship: How digital innovations are helping tackle climate change and sustainable development. In: *Entrepreneurship Theory and Practice* 2021, 45, 999–1027.
- GSMA (2019): *The Enablement Effect. The Impact of mobile communications technologies on carbon emission reductions*. GSMA (Hg.), London. https://www.gsma.com/betterfuture/wp-content/uploads/2019/12/GSMA_Enablement_Effect.pdf.
- Gupta, S.; Rhyner, J. (2022): Mindful Application of Digitalization for Sustainable Development. The Digitainability Assessment Framework. In: *Sustainability*, 14, 3114. <https://doi.org/10.3390/su14053114>

- Kroll, M. (2020): *Die Auswirkungen des 5G Netz-Ausbaus auf Energieverbrauch, Klimaschutz und die Einführung weiterer Überwachungstechniken*. World Future Council (Hg.), Hamburg.
- Kropp, C.; Sonnberger, M. (2021): *Umweltsoziologie*. Nomos, Baden-Baden.
- Magen, J.; Bourse, D.; Danet, P.-Y.; Hallingby, H.-K.; Mohr, W.; Parker, S.; Favarro, J. (2020): *Full5G – Fulfilling the 5G Promise. The 5G PPP Stakeholders Glossary*. <https://bscw.5g-ppp.eu/pub/bscw.cgi/d347361/5G%20PPP%20Stakeholder%20Glossary%202020-04%20v3.pdf>
- Nayak, S.; Patgiri, R. (2021): 6G Communication Technology. A Vision on Intelligent Healthcare. In: Patgiri, R.; Biswas, A.; Roy, P. (Hg.) *Health Informatics. A Computational Perspective in Healthcare*. Springer, Singapur.
- Quaing, J.; Fink I. (2022): *nachhaltig.digital Monitor 2021*. nachhaltig.digital, Osnabrück. <https://doi.org/10.24359/b9qa-4d74>.
- Renn, O.; Beier, G.; Schweizer, P.-J. (2020): *Thesenpapier Systemische Chancen und Risiken der Digitalisierung*. IASS-Potsdam, Potsdam. <https://www.rifs-potsdam.de/sites/default/files/2020-12/Thesenpapier%20Digitaler%20Summit.pdf>.
- Schmidt, C. M. (2023): *Digitainability. Digitale Schlüsseltechnologien für ökologisch nachhaltiges Wirtschaften: Marktpotenziale und strategische Implikationen*. Acatech STUDIE, München. DOI: https://doi.org/10.48669/aca_2023-6.
- Schwartz, M.; Grewenig, E. (2023): *Hohe Energiekosten im März 2023 für deutlich mehr Unternehmen im Mittelstand gut zu verkraften*. In: KfW Research, Nr. 426. <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Fokus-Volkswirtschaft/Fokus-2023/Fokus-Nr.-426-April-2023-Tragbarkeit-Energiekosten.pdf>
- Williams, L.; Sovacool, B. K.; Foxon, T. J. (2022): The energy use implications of 5G: Reviewing whole network operational energy, embodied energy, and indirect effects. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 157. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.112033>.